

**BEST AVAILABLE COPY**

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-299084

(43)Date of publication of application : 22.10.1992

(51)Int.Cl.

H02P 5/00  
F02B 75/06  
F02D 29/06  
F02D 45/00  
F02D 45/00  
F02D 45/00  
F02D 45/00  
F02D 45/00  
F02D 45/00

(21)Application number : 03-064914

(71)Applicant : HITACHI LTD  
NISSAN MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 28.03.1991

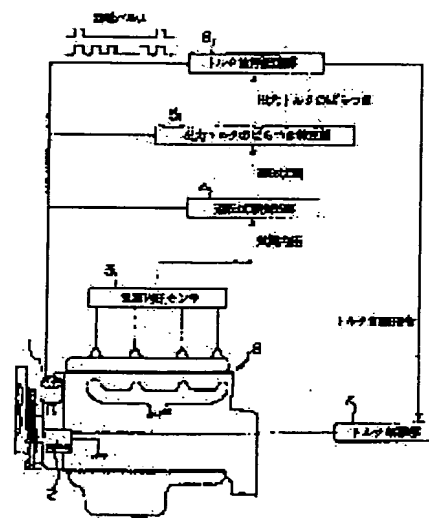
(72)Inventor : YAMAKADO MAKOTO  
KADOMUKAI YUUZOU  
NAKAMURA YOZO  
MAEDA YUJI  
NAKAMURA KENICHI  
FUKUSHIMA MASAO  
MURAKAMI AKIRA

## (54) TORQUE CONTROLLER FOR INTERNAL-COMBUSTION ENGINE

**(57)Abstract:**

**PURPOSE:** To suppress disturbance of torque waveform by specifying the fluctuating tendency of output torque from each cylinder and controlling the magnitude of torque which an electric machine impart to or absorbs from an internal-combustion engine.

**CONSTITUTION:** An operating condition detecting section 4 detects the operating condition of an internal-combustion engine based on an output from a sensor 3 detecting the pressure in the cylinder. An output torque fluctuation specifying section 5 arithmetically averages the outputs from the operating condition detecting section 4 for respective cylinders thus specifying the fluctuation of output torque from each cylinder. A torque waveform memory section 6 stores a control torque waveform for canceling the fluctuation of the output torque specified at the output torque fluctuation specifying section 5 according to the operating condition based on a function of crankshaft rotational angle detected through a crank angle sensor 11. A torque control section 7 controls the torque to be generated from or absorbed by a motor generator 2 based on a control torque waveform read from the torque waveform memory section 6.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

**BEST AVAILABLE COPY**

特開平4-299084

(43) 公開日 平成4年(1992)10月22日

(51) IntCl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 2 P 5/00	K	9063-5H		
F 0 2 B 75/06		7049-3G		
F 0 2 D 29/06	G	7049-3G		
45/00	3 3 0	8109-3G		
	3 6 2 E	8109-3G		

審査請求 未請求 請求項の数16(全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平3-64914

(22) 出願日 平成3年(1991)3月28日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(71) 出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72) 発明者 山門誠

茨城県土浦市神立町502番地株式会社日立  
製作所機械研究所内

(72) 発明者 門向裕三

茨城県土浦市神立町502番地株式会社日立  
製作所機械研究所内

(74) 代理人 弁理士 本多 小平 (外1名)

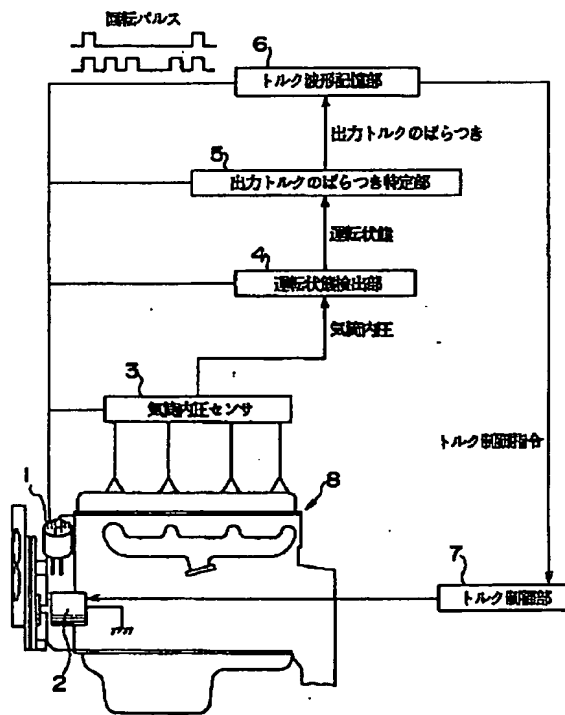
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関のトルク制御装置

(57) 【要約】

【目的】 内燃機関の気筒間の定常的な出力トルクのばらつきが起す規則的なトルク変動に因る振動を即座に確実に低減させる。

【構成】 内燃機関8の回転に伴いパルスが発生するクランク角センサ1と、内燃機関に固定されそれとベルト伝動する電動発電機2と、内燃機関の運転状態を示す気筒内圧を検出するセンサ3と、センサ3から出力される気筒内圧から内燃機関の運転状態を検出する運転状態検出部4と、内燃機関の各回転毎に検出部4が検出した各気筒の運転状態を各気筒ごとに算術平均することにより各気筒の出力トルクのばらつきを特定する出力トルクばらつき特定部5と、特定部5が特定した各気筒の出力トルクのばらつきに対してこれを補正するような制御トルク波形を記憶しているトルク波形記憶部6と、記憶部6から読み出した制御トルク波形に基づいて、電動発電機2が発生または吸収するトルクを制御するトルク制御部7とを備えている。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関へのトルクの付与もしくは内燃機関からのトルクの吸収またはトルクの付与、吸収の両方が可能でありかつ内燃機関と一体的に取り付けられた電気機械と、前記電気機械が発生もしくは吸収または発生、吸収するトルクを制御する制御装置とを設けた内燃機関のトルク制御装置において、前記制御装置は、内燃機関の各気筒の燃焼に起因する内燃機関の運転状態を検出する検出手段と、前記検出手段により検出された運転状態から、内燃機関の各気筒の出力トルクのばらつきによって生じるトルク変動を特定する出力トルクばらつき特定手段と、前記出力トルクばらつき特定手段により特定された各気筒の出力トルクのばらつきを示す情報に基づいて、該ばらつきによって生じるトルク変動に起因する内燃機関ロール方向の振動を小さくするようなトルク制御波形を提供するトルク制御波形提供手段と、前記トルク制御波形提供手段から提供されるトルク制御波形に基づいて、前記電気機械が内燃機関に付与するトルクもしくは内燃機関から吸収するトルクまたは内燃機関に付与するトルク及び内燃機関から吸収するトルクの両方の大きさを制御するトルク制御手段と、からなることを特徴とする内燃機関のトルク制御装置。

【請求項2】 前記トルク制御波形提供手段は、前記のトルク制御波形を予め記憶しており、これを内燃機関のクランク軸回転角度信号と同期して読み出す様になっている請求項1記載の内燃機関のトルク制御装置。

【請求項3】 前記トルク制御波形提供手段は、前記トルク制御波形を前記出力トルクばらつき特定手段により特定された前記ばらつきを示す情報と内燃機関のクランク軸回転角度信号とで表わす関数の係数を記憶しており、該係数と前記出力トルクばらつき特定手段からの上記情報とクランク軸回転角度信号とから前記トルク制御波形を算出する様になっている請求項1記載の内燃機関のトルク制御装置。

【請求項4】 前記出力トルクばらつき特定手段は、内燃機関のクランク軸回転角度信号に応じて各気筒の出力トルクのばらつきを表わす周期的波形を出力し、前記トルク制御波形提供手段は、出力トルクばらつき特定手段の出力する上記波形に基づいて前記トルク制御波形を算出する演算手段からなる請求項1記載の内燃機関のトルク制御装置。

【請求項5】 前記運転状態は、内燃機関の各気筒爆発・膨張時の気筒内圧である請求項1、2、3又は4記載の内燃機関のトルク制御装置。

【請求項6】 前記運転状態は、内燃機関の各気筒の上死点での気筒内圧である請求項5記載の内燃機関のトルク制御装置。

【請求項7】 前記トルク制御波形は内燃機関の各運転状態における出力トルクのばらつきによって発生するトルク変動に対応したトルク波形である請求項1、2、3

2

又は4記載の内燃機関のトルク制御装置。

【請求項8】 前記出力トルクばらつき特定手段は、内燃機関の1燃焼サイクル（クランク軸の回転角度に換算すると、4サイクル内燃機関の場合720度、2サイクル内燃機関の場合360度）を1周期とする周期関数の形で内燃機関の発生するトルク変動を特定する請求項1、2、3又は4記載の内燃機関のトルク制御装置。

【請求項9】 前記トルク制御波形が、内燃機関の1燃焼サイクル（クランク軸の回転角度に換算すると、4サイクル内燃機関の場合720度、2サイクル内燃機関の場合360度）を1周期とする正弦波の一部あるいは全部である請求項1、2、3又は4記載の内燃機関のトルク制御装置。

【請求項10】 前記トルク制御波形が、内燃機関の1燃焼サイクル（クランク軸の回転角度に換算すると、4サイクル内燃機関の場合720度、2サイクル内燃機関の場合360度）を1周期とする矩形波の一部あるいは全部である請求項1、2、3又は4記載の内燃機関のトルク制御装置。

【請求項11】 前記トルク制御波形が、内燃機関の1燃焼サイクル（クランク軸の回転角度に換算すると、4サイクル内燃機関の場合720度、2サイクル内燃機関の場合360度）を内燃機関の気筒数で除した値を1周期とする正弦波の一部あるいは全部である請求項1、2、3又は4記載の内燃機関のトルク制御装置。

【請求項12】 前記トルク制御波形が、内燃機関の1燃焼サイクル（クランク軸の回転角度に換算すると、4サイクル内燃機関の場合720度、2サイクル内燃機関の場合360度）を内燃機関の気筒数で除した値を1周期とする矩形波の一部あるいは全部である請求項1、2、3又は4記載の内燃機関のトルク制御装置。

【請求項13】 前記トルク制御波形は、前記出力トルクばらつき特定手段が特定した各気筒の出力トルクのばらつきによって生じるトルク変動の振幅に対して、当該トルク制御波形の振幅、あるいはデューティ比、あるいは振幅とデューティ比の両方を変化させたトルク制御波形である請求項10又は12記載の内燃機関のトルク制御装置。

【請求項14】 前記検出手段および前記出力トルクばらつき特定手段が稼動する期間は、前記出力トルクばらつき特定手段が各気筒の出力トルクのばらつきによって内燃機関が発生するトルク変動を特定するまでである請求項1、2、3又は4記載の内燃機関のトルク制御装置。

【請求項15】 前記検出手段および前記出力トルクばらつき特定手段が稼動していない状態において、内燃機関の運転状態が、ある範囲から変化した場合、再び前記検出手段および前記出力トルクばらつき特定手段を、前記出力トルクばらつき特定手段が各気筒の出力トルクのばらつきによって内燃機関が発生するトルク変動を特定

3

するまで稼働させる請求項14記載の内燃機関のトルク制御装置。

【請求項16】 前記検出手段および前記出力トルクばらつき特定手段が稼働していない状態において、ある時間が経過した場合、再び前記検出手段および前記出力トルクばらつき特定手段を、前記出力トルクばらつき特定手段が各気筒の出力トルクのばらつきによって内燃機関が発生するトルク変動を特定するまで稼働させる請求項14記載の内燃機関のトルク制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、内燃機関の運転時に各気筒の定常的な出力トルクのばらつきによって生じる規則的なトルク変動を加振力とする内燃機関本体あるいは支持部材等に生じる内燃機関ロール方向の定常振動を低減するための内燃機関のトルク制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】ディーゼル型内燃機関における出力の調整は噴射ノズルを通じて噴射される燃料の量によって行なわれている。このため、コントロールユニットでは、機関回転数、アクセルペダルの踏み込み量、機関冷却水温度や外気温度等の各条件を電算処理し、噴射量を決定している。しかし、これにもかかわらず、噴射ノズルが製作上のばらつきを持っている場合には、各気筒の出力にばらつきが生じる。ディーゼル型内燃機関に限らず、一般に内燃機関において、このような気筒間の出力のばらつきに起因するトルク変動が内燃機関によって駆動される各種機器に伝達されると、それらの機器に機関の1燃焼サイクルを周期とする強制ねじり振動が発生し、性能の低下や機器の損傷等を引き起こす。さらに、車両にこの内燃機関を搭載してある場合には、このトルク変動の反作用は、シリンダブロックからマウントやシャシーにまで伝達され、タイヤと共振して内燃機関や車両全体に人間が感知し易い低周波振動を引き起こす原因となる。この事を防止するため、出力のばらつきによるトルク変動を低減するか、あるいはトルク変動の周波数を共振点から遠ざける必要があった。

【0003】他方、特許出願平1-227765号は、内燃機関の燃焼状態を検出し、この検出された燃焼状態が不整燃焼状態であると判定された際には、これに応じたトルク波形がトルク波形記憶部から読み出され、それと同時に正常燃焼時のトルク波形もトルク波形記憶部から読み出され、この2つのトルク波形の比較結果に基づいて、内燃機関に一体的に取り付けられた電気機械の吸収・発生トルクが制御されることにより、内燃機関が不整燃焼の際に発生するトルク波形の乱れを即座に確実に低減させる技術を提案している。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記特許出願の方法を前記のような気筒間の出力トルクのばらつきに因る振動

4

の防止に応用した場合、該方法では、各気筒の燃焼サイクル毎に多数の演算、メモリの参照を必要とし、システムが複雑なものになる。

【0005】ところで前記のような出力トルクのばらつきの場合には、一度、各気筒の出力トルクのばらつきが特定できると、そのプロファイルは大して変わらない。本発明は、このような出力トルクのばらつきの場合に対応した内燃機関のトルク制御装置を提供することにある。

10 【0006】

【課題を解決するための手段】かかる目的達成のため、第一の発明の特徴は、内燃機関へのトルクの付与もしくは内燃機関からのトルクの吸収またはトルクの付与、吸収の両方が可能であり且つ内燃機関と一体的に取り付けられた電気機械と、前記電気機械が発生もしくは吸収または発生、吸収するトルクを制御する制御手段とを設けた内燃機関のトルク制御装置において、内燃機関の運転状態を検出する検出手段と、前記検出手段により検出された運転状態から、内燃機関の各気筒の出力トルクのばらつきによって生じるトルク変動を特定する出力トルクばらつき特定手段と、前記出力トルクばらつき特定手段により特定された各気筒の出力トルクのばらつきによって生じるトルク変動に起因する機関ロール方向の振動を小さくするようなトルク制御波形を記憶している記憶手段とを備え、前記記憶手段が記憶しているトルク制御波形に基づいて、前記電気機械が内燃機関に付与するトルクもしくは内燃機関から吸収するトルクまたは内燃機関に付与するトルク及び内燃機関から吸収するトルクの両方の大きさを前記制御手段により制御することにある。

20 【0007】また、第二の発明の特徴は、内燃機関へのトルクの付与もしくは内燃機関からのトルクの吸収またはトルクの付与、吸収の両方が可能であり且つ内燃機関と一体的に取り付けられた電気機械と、前記電気機械が発生もしくは吸収または発生、吸収するトルクを制御する制御手段とを設けた内燃機関のトルク制御装置において、内燃機関の運転状態を検出する検出手段と、前記検出手段により検出された運転状態から、内燃機関の各気筒の出力トルクのばらつきによって生じるトルク変動を特定する出力トルクばらつき特定手段と、前記出力トルクばらつき特定手段により特定された各気筒の出力トルクのばらつきによって生じるトルク変動に起因する機関ロール方向の振動を小さくするようなトルク制御波形を算出する演算手段とを備え、前記演算手段が算出するトルク制御波形に基づいて、前記電気機械が内燃機関に付与するトルクもしくは内燃機関から吸収するトルクまたは内燃機関に付与するトルク及び内燃機関から吸収するトルクの両方の大きさを前記制御手段により制御することにある。

【0008】

50 【作用】上述の特徴によれば、内燃機関の運転時に各気

5

筒の定常的な出力トルクのばらつきによって生じる規則的なトルク変動を加振力とする機関本体、あるいは支持部材等に生じる機関ロール方向の定常振動を、即座に、確実に低減させることができる。

【0009】

【実施例】車両を駆動するために車両に搭載された内燃機関（4気筒4サイクル）に本発明を適用した場合の第1実施例を図面に基づき説明する。

【0010】図1は、本実施例の制御装置の構成を示す図である。本トルク制御装置は、ディストリビュータに内蔵されたクランク角センサ1と、電気機械の一例たる電動発電機2と、内燃機関の運転状態を示す変数の一例たる気筒内圧を検出する気筒内圧センサ3と、気筒内圧センサ3から出力される気筒内圧から内燃機関の運転状態を検出する運転状態検出部4と、内燃機関の各回転毎に前記運転状態検出部4が検出した各気筒の運転状態を情報として取り込み、それを各気筒ごとに算術平均することにより各気筒の出力トルクのばらつきを特定する出力トルクばらつき特定部5と、前記出力トルクばらつき特定部5が特定した各気筒の出力トルクのばらつきに対してこれを補正する（ばらつきの影響をなくす）ような制御トルク波形を記憶しているトルク波形記憶部6と、制御トルク波形をトルク波形記憶部6から読み出して、この制御トルク波形に基づいて前記電動発電機2が発生または吸収するトルクを制御するトルク制御部7とを備えている。電動発電機2は内燃機関本体8からVベルトにより駆動され、かつ内燃機関本体8と一体的に取り付けられている。

【0011】クランク角センサ1からは2種類の回転パルスが出力される。1つは、内燃機関のクランク軸が1回転（4サイクル内燃機関の場合720度、2サイクル機関の場合360度）回転するたびに1パルスずつ出力されるものであり、もう1つは、内燃機関のクランク軸が一定小角度（通常1度あるいは2度、以下本実施例では1度とする）回転するたびに1パルスずつ出力されるものである。この2種類の回転パルスのうち、前者をクランク軸の回転角度の基準を示す信号として用い、後者を前者で求められた基準角度の間をさらに細かく分割するための信号として用いれば、瞬時々のクランク軸の回転角度を細かく（本実施例では1度おきに）かつ容易に検出することができる。

【0012】内燃機関においては、各サイクル毎のクランク軸の回転角度が、各気筒のピストン位置に一对一に対応している。このため、クランク軸回転角度と運転状態を把握することにより各クランク軸回転角度毎の瞬時出力トルクを推定できる。

【0013】図2は、内燃機関が発生するトルクの一例として、4サイクル機関の一つの気筒が発生するガストルクを示した図である。4サイクル機関の1燃焼サイクルすなわち吸入-圧縮-燃焼-排気の4行程はクランク

6

軸の回転角度に換算して720度に相当する。機関が4気筒機関であって且つ出力トルクのばらつきが生じていない場合には、720度/気筒数の角度間隔で図2と等しいトルクを4回重ね合わせたものが、機関が1燃焼サイクル内に発生するガストルクとなり、そしてこのガストルクに回転慣性の変動による慣性トルクの変動が加わったものが、実際に機関が発生するトルクとなる（図3）。

【0014】図4は、図3と同じ4サイクル4気筒の内燃機関において各気筒の出力トルクにばらつきが生じている場合の各気筒発生トルク、機関発生トルクを示す。本発明実施例は、この出力トルクのばらつきをトルク制御により低減させるために、各気筒の出力トルクのばらつきを特定し、これを補償するように電動発電機2の吸収または発生するトルクを制御するものである。

【0015】図5に、4サイクル4気筒の内燃機関の1気筒の1燃焼サイクルにおける気筒内圧と、ガストルクの変化例を示す。この例では、クランク角が180度の時に上死点を迎えている。図5のように、内燃機関においては、負荷が小さいほど、すなわち、出力トルクが小さいほど気筒内圧もガストルクも小さくなるという特性を持っている。この特性を利用し、気筒内圧からガストルクを算出することができる。内燃機関の運転状態を最も容易に知る方法は、内燃機関の圧縮行程が完了したときの、即ち上死点での気筒内圧を検出するという方法である。この方法に基づき、本実施例の運転状態検出部4は内燃機関の運転状態を検出する。なお、上死点での気筒内圧を検出するという上述の方法はあくまでも内燃機関の運転状態を最も容易に知る方法の一例に過ぎず、回転速度、吸入空気量、冷却水温、油温、変速機のギアポジション等の他の状態量をさらに加えて検出することにより、より細かく内燃機関の運転状態を特定して検出することは容易に実現することができる。

【0016】本実施例の出力トルクばらつき特定部5の動作を図6を用いて説明する。出力トルクばらつき特定部5は、クランク軸の2m回転（mは或る整数）の間、前記運転状態検出部4より入力する運転状態P[i, j]（i=1~4:気筒番号に対応、j:回転数。すなわち、本例ではP[i, j]は第j回転における第i気筒の上死点での気筒内圧を表わしている）を検出し、2m回転に亘って得た上記の検出値P[i, j]を用いて各気筒毎の運転状態の算術平均P<sub>平均</sub>[i]（i=1~4:気筒番号に対応）を算出する。次にこの運転状態の平均より各気筒の燃焼時有効出力トルクの平均T<sub>平均</sub>[i]（i=1~4:気筒番号に対応）を算出する。さらに、ばらついたトルクを描える基準T<sub>基準</sub>を、各運転状態や、要求される燃料消費率、電動発電機駆動用電源（バッテリー）の電力消費率等により決定する。そして、T<sub>平均</sub>と各気筒の燃焼時有効出力トルクの平均T<sub>平均</sub>[i]（i=1~4:気筒番号に対応）との偏差T<sub>偏差</sub>[i]

7

( $i = 1 \sim 4$  : 気筒番号に対応) を算出する。このようにして各気筒の出力トルクのばらつきが特定される。

【0017】トルク波形記憶部6は、各運転状態に応じて、前記クランク角センサ1で検出できるクランク軸の最小回転角度である1度毎を単位として表わされたクランク軸回転角度 $\theta$ の関数として、出力トルクばらつき特定部5が特定した出力トルクのばらつきを打ち消すような制御トルク波形 $T[\theta]$ を記憶している。トルク波形記憶部6は、その記憶している制御トルク波形をクランク角センサ1から1度毎に出力される回転パルスに同期させて出力するので、内燃機関がクランク軸の各回転角度毎に発生するトルク波形に対応した制御トルク波形を忠実に再現することができる(図7)。なお、本実施例のトルク波形記憶部6は、各運転状態に応じて、出力トルクばらつき特定部5が特定した出力トルクのばらつきを打ち消すような制御トルク波形をクランク角センサ1で検出できるクランク軸の最小回転角度である1度毎に記憶しているが、クランク軸の回転角度に対する分解能をこれほど必要としない場合には、記憶するクランク軸の回転角度の間隔を大きくするとともに、クランク角センサ1から1度毎に出力される回転パルスを、記憶した回転角度の間隔に合致するまで分周したものを、記憶した制御トルク波形を出力する際の同期信号とすればよい。

【0018】次に第2実施例について説明する。前記第1実施例においては、トルク波形記憶部6は、各運転状態に応じて、出力トルクのばらつき特定部5が特定した出力トルクのばらつきを打ち消すような制御トルク波形をクランク角センサ1で検出できるクランク軸の最小回転角度である1度毎に記憶しているが、これに対して、本第2実施例は、トルク波形が出力トルクばらつき特定部5が特定する各気筒の出力トルクのばらつき $T_i$ 、

【1】( $i = 1 \sim 4$  : 気筒番号に対応)、クランク軸の回転角度 $\theta$ の関数 $f_i$ 、として表すことができる場合の実施例であって、この場合には、トルク波形記憶部6は、制御トルク波形をクランク角センサ1で検出できるクランク軸の最小回転角度である1度毎に記憶している必要はなく、制御トルク波形を表す関数 $f_i$ 、の、出力トルクのばらつき $T_i$ 、【1】、クランク軸の回転角度 $\theta$ にかかる係数 $K_1, \dots, K_4$ を記憶しておくだけでよい。そして、これら係数を用いて、クランク軸の各回転角度における制御トルク波形 $T[\theta] = f_i(K_1, \dots, K_4, T_i, \theta)$ を求め(図8)、この値を、クランク角センサ1から1度毎に出力される回転パルスに同期させて出力すれば、図7に示した場合と同様に、内燃機関がクランク軸の各回転角度毎に発生するトルク波形に対応した制御トルク波形を忠実に再現することができる。

【0019】図7に示した場合(第1実施例)と図8に示した場合(第2実施例)の違いは、以下に述べる通りである。すなわち、図7の場合には、制御トルク波形が

8

クランク軸の各回転角毎に全て予め記憶されているので、トルク波形記憶部6は、演算を何一行なう必要が無い反面、制御トルク波形を記憶しておくための記憶容量が多く要ることになる。これに対して、図8の場合には制御トルク波形を表わす関数を定める係数を記憶しておくのみであるので、記憶容量が少なくすむ反面、これらの係数を用いて制御トルク波形を算出する必要があるため、トルク波形記憶部6は、若干の計算を行う必要が出てくる。従って、図7に示した方法と図8に示した方法のいずれを用いるかは、トルク波形記憶部6の演算能力と記憶容量の関係から決定すれば良い。

【0020】図9は、内燃機関の各気筒の出力トルクにばらつきがない場合のトルク波形の1例を示す図、図10は、内燃機関の各気筒の出力トルクにばらつきがない場合のエンジンロール方向振動の1例を示す図、図11は、内燃機関の各気筒の出力トルクにばらつきがある場合のトルク波形の1例を示す図、図12は、内燃機関の各気筒の出力トルクにばらつきがある場合のエンジンロール方向振動の1例を示す図である。図13、図14は、内燃機関が発生する図11に示すようなトルク変動に対して前記第1実施例におけるトルク波形記憶部6が記憶している、もしくは前記第2実施例におけるトルク波形記憶部6が算出した、制御トルク波形の1例を示す図であり、このトルク波形に基づいて、以下のトルク制御を行なう。

【0021】トルク制御部7は、トルク波形記憶部6から読み出した、もしくは算出された制御トルク波形に基づいて、制御トルク波形が正のときには、電動発電機2を発電機として動作させて、逆に、制御トルク波形が負のときには、電動発電機2を電動機として動作させる。このようなトルク制御を行なったときに内燃機関全体(電動発電機2も含む)が発生するトルク波形は、図11に示されたトルク波形と図14に示されたトルク波形を加え合わせたものとなる。このトルク制御の結果としてのトルク波形を図15に示す。

【0022】このようなトルク制御を行なえば、図15に示したがごとく、内燃機関の出力トルクにばらつきがある場合に発生するトルク変動のみを容易かつ精度良く取り除くことができる。このときのエンジンロール方向振動波形を図16に示す。

【0023】なお、内燃機関が発生するトルクの変動成分において内燃機関の燃焼行程に同期した周波数を持つ変動成分が支配的であるときには、前記第1実施例または第2実施例における前記トルク波形記憶部6が記憶している又は算出する制御トルク波形を、図7、図8、図13、図14のような波形の代りに、内燃機関の燃焼行程に同期した周波数の正弦波あるいは矩形波の一部としても前述したのと同等のトルク制御の効果を挙げることができる。ここで、内燃機関の燃焼行程は、内燃機関の1燃焼サイクル(クランク軸の回転角度に換算すると、

9

4サイクル内燃機関の場合720度、2サイクル内燃機関の場合360度)の間に内燃機関の気筒数に等しい回数だけ現われるので、内燃機関の燃焼行程に同期した周波数の上記正弦波あるいは矩形波とは、具体的には、内燃機関の1燃焼サイクルを気筒数で除した値(クランク軸の回転角度)を1周期とする正弦波あるいは矩形波であると言える。このような考え方を適用した内燃機関のトルク制御装置において、内燃機関が発生する図11に示すようなトルク変動に対してトルク波形記憶部6が記憶している制御トルク波形の二つの例を夫々図17、図18に示す。

【0024】次に、本発明の他の実施例として、トルク波形記憶部6の代わりに、トルク波形演算部9が具備され、このトルク波形演算部9により、内燃機関の1燃焼サイクル(クランク軸の回転角度に換算すると、4サイクル内燃機関の場合720度、2サイクル内燃機関の場合360度)を1周期とする周波数成分が支配的である様な周期関数の形で内燃機関の各気筒の発生する出力トルクのばらつきに因るトルク変動を打ち消す制御トルク波形を算出する様にした実施例を説明する。図19は、かかる制御トルクを内燃機関の1燃焼サイクルを1周期とする正弦波の形で算出する例を示す。図19(a)は、出力トルクばらつき特定部5が特定する内燃機関の1燃焼サイクルを一周期とする周期関数の形の各気筒の出力トルクのばらつきである。これは、図19図(b)のように各気筒ごとに、1燃焼サイクルを1周期とする周波数成分が支配的な周期関数に分解することができる。さらに、このような周期関数において、その基本周波数成分のみを取り出すと図19(c)のような振幅と位相をもった正弦波となる。この正弦波の振幅は、図19(b)の出力トルクのばらつきの大きさに比例するが、位相は変わらない。図19(c)の4つの正弦波を加え合わせると、図19(a)のような波形が持っている1燃焼サイクルを1周期とする周波数成分のみの正弦波を抽出することができる(図19(d))。このような手法を用いると図19(a)のような出力トルクのばらつきに対して、1燃焼サイクルを1周期とする周波数成分のみの正弦波としての制御トルク波形を、複雑な次数分析(フーリエ級数展開等)を行わずに算出することができ、演算量の大幅な削減が可能である。

【0025】また、これに更に図20のようにコンパレータ10を用いれば、図21の右側の図のような矩形波としての制御トルク波形を取り出すこともできる。そして、このコンパレータ10の比較レベルを同図(a)、(b)、(c)のように変化させることによりトルク制御指令の波高値一定のままでそのデューティ比を変化させることもできる。

【0026】トルク制御部7は、トルク波形演算部9が以上の様にして算出した図19(d)の様な正弦波状の、又は図21の右側の図の様な矩形波状の制御トルク

10

波形に基づいて、制御トルク波形が正のときには電動発電機2を発電機として動作させて、逆に、制御トルク波形が負のときには電動発電機2を電動機として動作させる。

【0027】図22は、図11のようなトルク変動に対して正弦波状の制御トルク波形に基づき電動発電機2が、吸収、発生するトルク波形を示す図である。このようなトルク制御を行なったときに内燃機関全体(電動発電機2も含む)が発生するトルク波形は、図11に示されたトルク波形と図22に示されたトルク波形を加え合わせたものとなる。このトルク制御の結果としてのトルク波形を図23に示す。以上の述べたようなトルク制御を行なえば、図23に示したごとく、内燃機関の出力トルクにばらつきがある場合に発生するトルク変動のみを容易かつ精度良く取り除くことができる。このときのエンジンロール方向の振動波形を図24に示す。

【0028】図25は、以上の各実施例におけるトルク制御部7の構成の1例を示すもので、電気機械2として三相電動発電機11を用い、トルク制御部7に三相インバータ12と三相コンバータ13を用いた例を示す。三相インバータ12と三相コンバータ13は、互いに並列に電力線を介して三相電動発電機11と結ばれている。また三相インバータ12および三相コンバータ13のDC側は、互いに並列にバッテリー15と結ばれている。トルクコントローラ14は、トルク波形記憶部6から読み出した、又はトルク波形演算部9で算出した、内燃機関が発生するトルク波形に対する制御トルク波形に基づいて、制御トルク波形が負のとき、すなわち内燃機関が発生するトルクがその平均分より小さいときには、三相インバータ12に電動指令を出しバッテリー15の電気エネルギーを用いて三相電動発電機11を三相電動機として動作させ、逆に、制御トルク波形が正のとき、すなわち内燃機関が発生するトルクがその平均分より大きいときには、三相コンバータ13に発電指令を出して三相電動発電機11を三相発電機として動作させる。この時発生する電気エネルギーは、バッテリー15に蓄積される。

【0029】図26は、図25中の三相コンバータを使用せず三相インバータのみを使用する例を示す。電力スイッチング素子を用いてインバータ12を形成し、このインバータ12には、電力スイッチング素子のスイッチングにより生じるサージ電圧を吸収するために公知の如く個々の電力スイッチング素子と並列にサージ・アブソープ・ダイオードが設置されている。このサージ・アブソープ・ダイオードは、コンバータと同様にグレイツ結線を形成している。電動発電機11を発電機として働かせるときには該ダイオードをコンバータとして利用することにより、図25の例においての三相コンバータ13を省略することが可能となる。

【0030】図25、図26の例においては三相電動発電機、三相インバータ、三相コンバータを用いたが、こ

れが、単相であっても多相であっても、本発明がそのまま適用できることは、言うまでもない。

【0031】なお、本発明の以上述べた各実施例においては、トルクの発生と吸収の両方が可能な電気機械として電動発電機を用いた場合について説明を行なったが、内燃機関にトルクを付与することと内燃機関の負荷トルクを減少させることは同値であり、また内燃機関からトルクを吸収することは、内燃機関に付与するトルクを減少させることに他ならない。したがって電動機または発電機を用いて、あるいは電動機と発電機を同時に用いてトルク制御を行なっても本発明がそのまま適用できることは言うまでもない。

【0032】つぎに本トルク制御装置の出力トルクばらつき特定手段の稼働期間について図27を用いて述べる。本トルク制御装置始動時に、まず出力トルクばらつき手段が稼働され、対象とする内燃機関の出力トルクのばらつきが特定されると停止する。そして、特定されたばらつきに対応してトルク制御がなされる。その後、内燃機関の運転状態がある設定状態から変化した、あるいは、出力トルクばらつき特定手段が停止してからある時間が経過した等の、出力トルクばらつき特定手段の再稼働条件が成立した場合には、再び出力トルクばらつき特定手段を稼働させる。このような流れを以って出力トルクばらつき特定手段は稼働される。

【0033】また、内燃機関停止時には、本内燃機関トルク制御装置も停止する。これにより、内燃機関停止時には電動発電機2に電力が供給されないから電動発電機2の損傷は防止される。

【0034】

【発明の効果】本発明によれば、内燃機関の運転状態を検出し、その程度により各気筒の出力トルクのばらつきの傾向を特定し、その情報に基づいて内燃機関に一体的に取り付けられた電気機械が内燃機関に付与するトルクもしくは内燃機関から吸収するトルクまたは内燃機関に付与するトルク及び内燃機関から吸収するトルクの両方の大きさが制御されるので、内燃機関の気筒間の出力トルクのばらつきに因り発生するトルク波形の乱れを即座に確実に低減させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例の制御装置の構成図、

【図2】内燃機関が発生するトルク波形の例を示す図、

【図3】内燃機関が発生するトルク波形の例を示す図、

【図4】内燃機関が発生するトルク波形の例を示す図、

【図5】内燃機関の1気筒の1燃焼サイクルにおける気筒内圧とガストルクの変化の一例を示す図、

【図6】出力トルクばらつき特定部5の動作を示す図、

【図7】トルク波形記憶部6が制御トルク波形そのものを記憶している場合の動作を示す図、

【図8】トルク波形記憶部6が制御トルク波形を表す関数の係数を記憶している場合の動作を示す図、

【図9】内燃機関が正常燃焼している際に発生するトルク波形の一例を示す図、

【図10】正常燃焼している際の機関ロール方向の振動波形を示す図、

【図11】内燃機関の出力トルクにばらつきが生じている際に発生するトルク波形の一例を示す図、

【図12】出力トルクにばらつきが生じている際の機関ロール方向の振動波形を示す図、

【図13】内燃機関が図11に示したようなトルクを発生している際にトルク波形記憶部6が出力するトルク制御指令波形の一例を示す図、

【図14】内燃機関が図11に示したようなトルクを発生している際にトルク波形記憶部6が出力する制御トルク波形の一例を示す図、

【図15】トルク制御を行なったときに内燃機関が発生するトルク波形の一例を示す図、

【図16】トルク制御を行なったときの機関ロール方向の振動波形を示す図、

【図17】制御波形に内燃機関の燃焼行程に同期した周波数の矩形波を用いた場合を示す図、

【図18】制御波形に内燃機関の燃焼行程に同期した周波数の正弦波を用いた場合を示す図、

【図19】本発明の他の実施例として、トルク波形記憶部6の代わりに、トルク波形演算部9が具備され、さらに内燃機関の1燃焼サイクルを1周期とする周波数成分が支配的な周期関数の形で機関の発生するトルク変動に対応する制御トルクを算出する場合を示す図、

【図20】コンパレータを示す図、

【図21】制御トルク波形を矩形波として取り出す例を示す図、

【図22】本発明の前記他の実施例において図11のようなトルク変動に対して電動発電機2が吸収、発生するトルク波形を示す図、

【図23】上記のトルク制御時の機関トルク波形を示す図、

【図24】上記のときの機関ロール方向の振動波形を示す図、

【図25】本発明の各実施例において電気機械として三相電動発電機を、またトルク制御部に三相インバータと三相コンバータを用いた場合の図、

【図26】図25の例から三相コンバータを省略した場合を示す図、

【図27】出力トルクばらつき特定手段の稼働期間の説明図である。

【符号の説明】

- |                |                  |
|----------------|------------------|
| 1…クランク角センサ     | 2…電気機械の一例たる電動発電機 |
| 3…気筒内圧センサ      | 4…運転状態検出部        |
| 5…出力トルクばらつき特定部 | 6…トルク波形記憶部       |

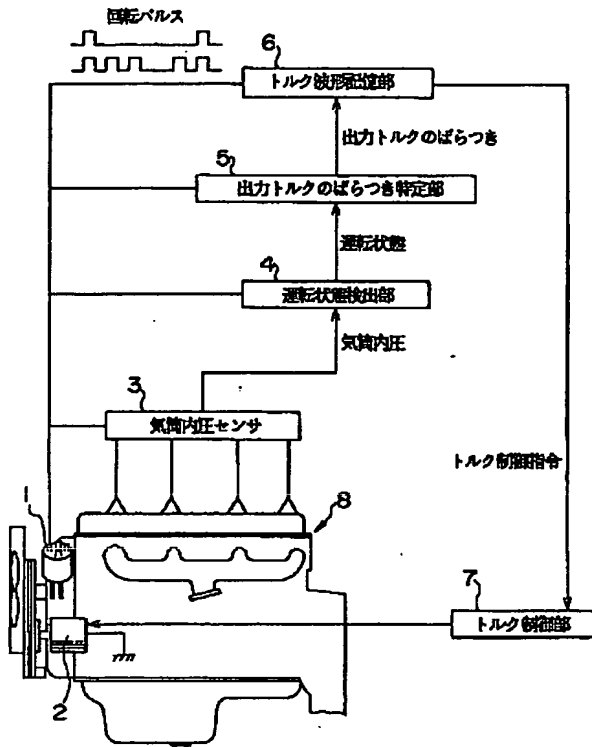
13

14

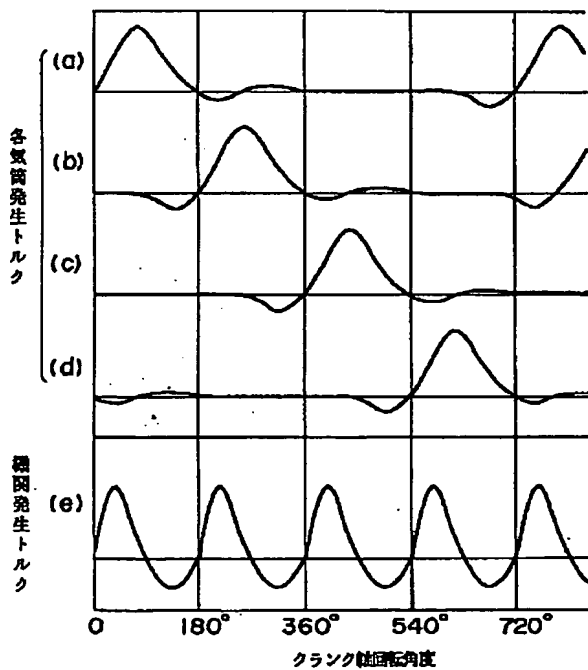
- 7…トルク制御部  
 9…トルク波形演算部  
 11…三相電動発電機  
 8…内燃機関本体  
 10…コンパレータ  
 12…三相インバータ

- 13…三相コンパータ  
 14…トルクコン  
 ローラ  
 15…バッテリー

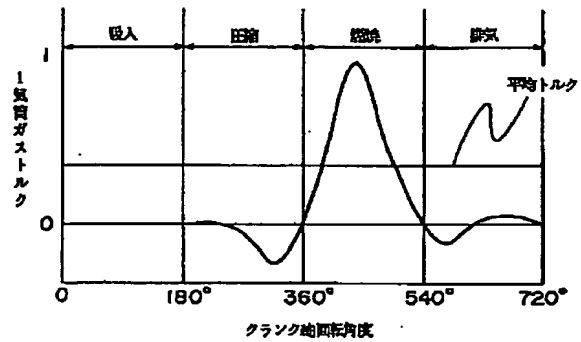
【図1】



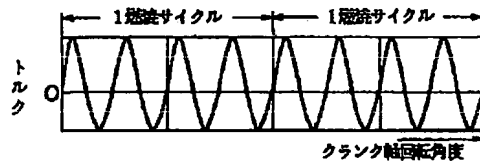
【図3】



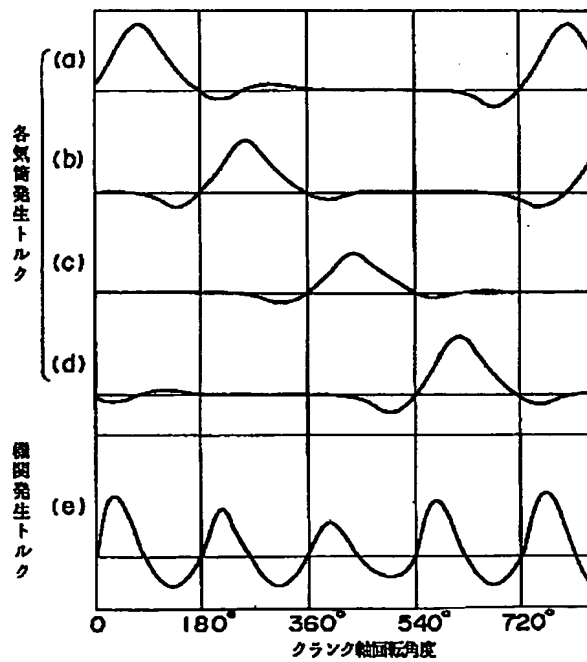
【図2】



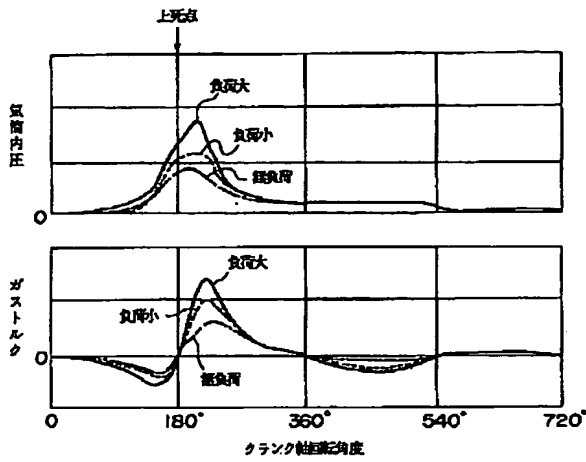
【図9】



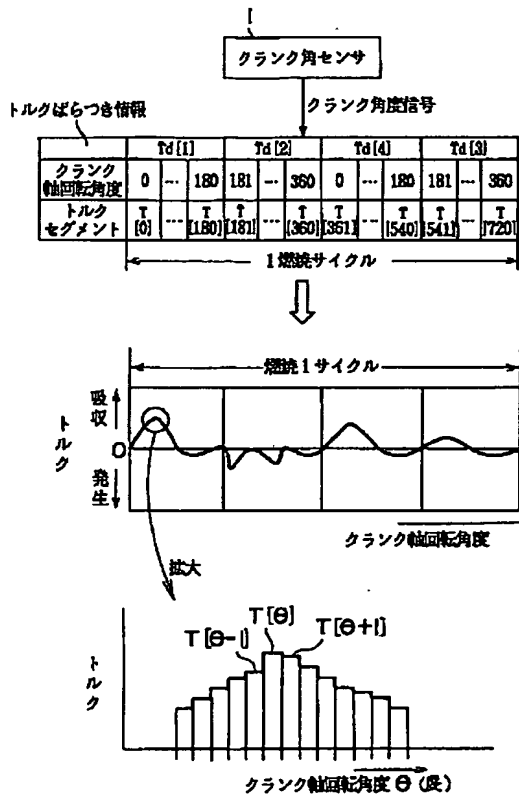
【図4】



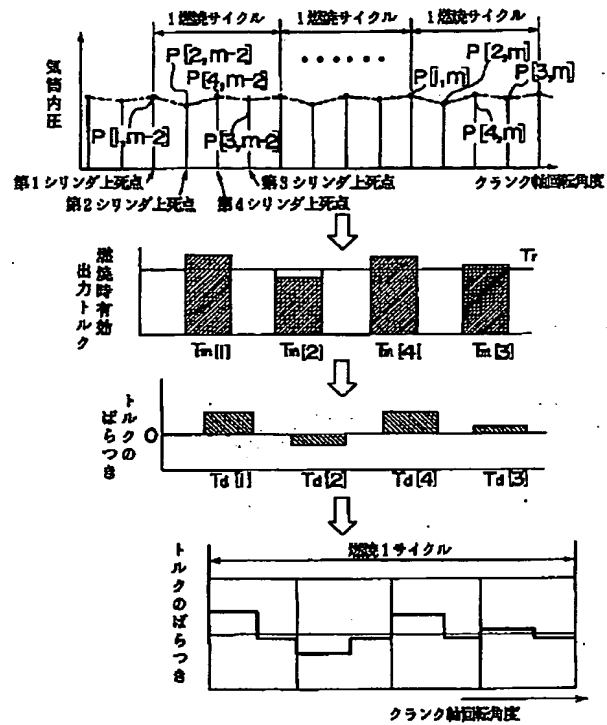
【図5】



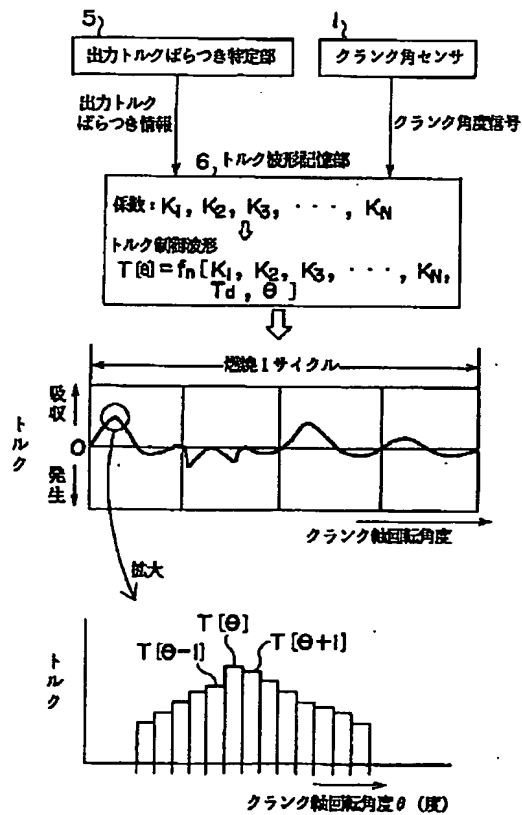
【図7】



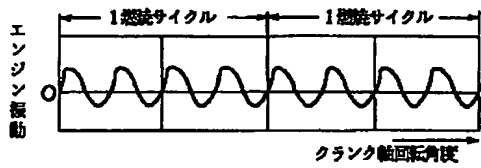
【図6】



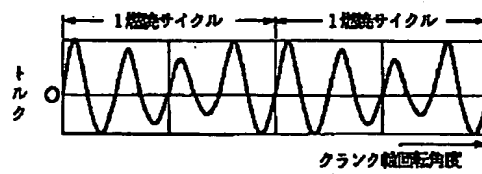
【図8】



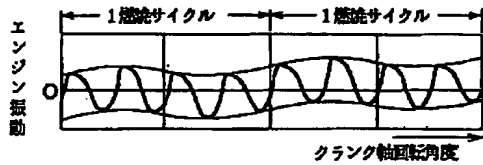
【図10】



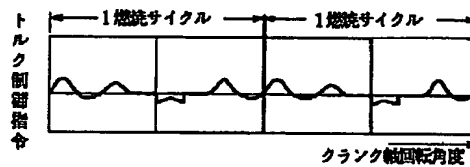
【図11】



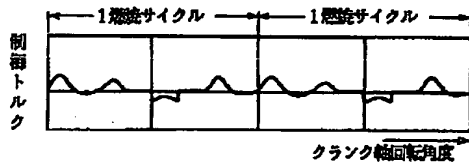
【図12】



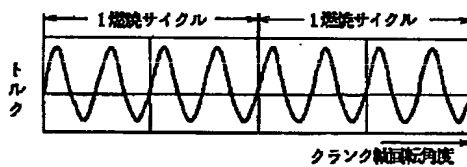
【図13】



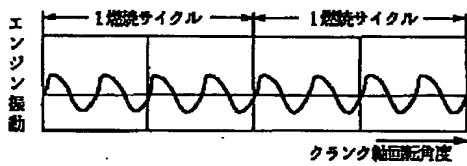
【図14】



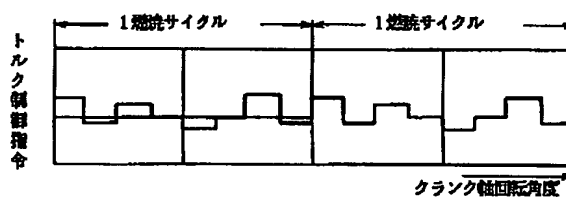
【図15】



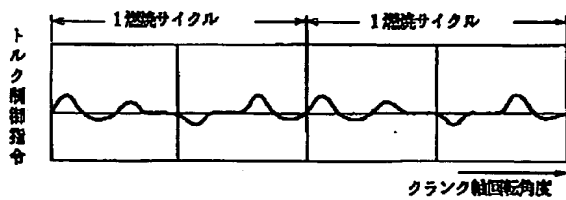
【図16】



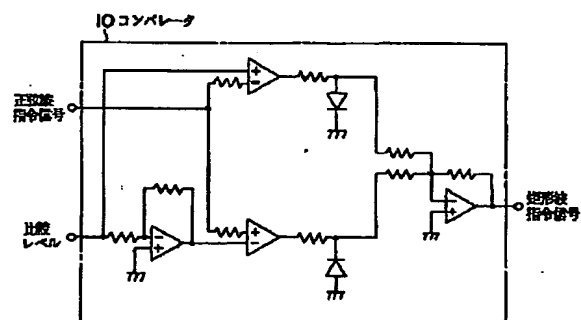
【図17】



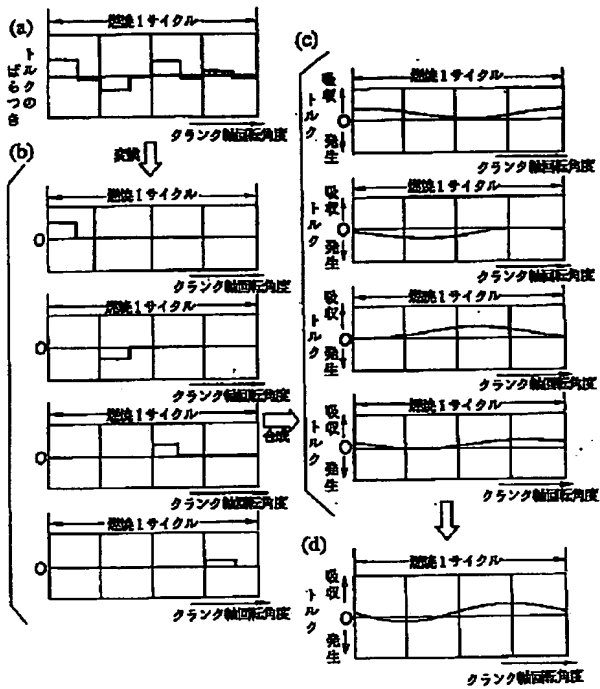
【図18】



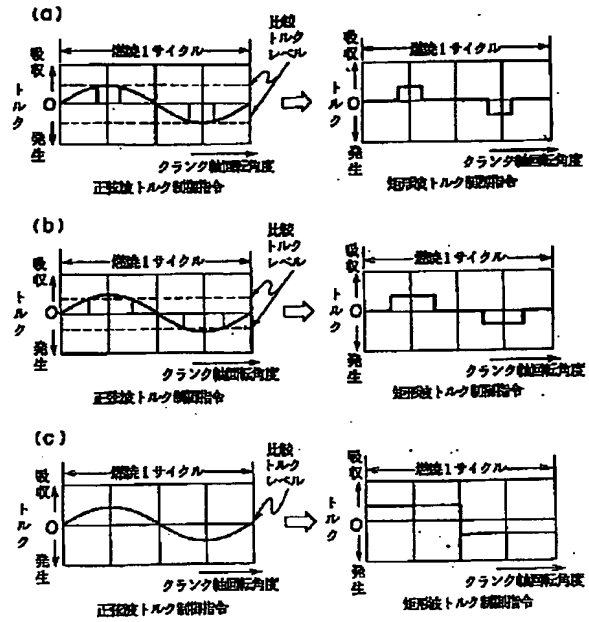
【図20】



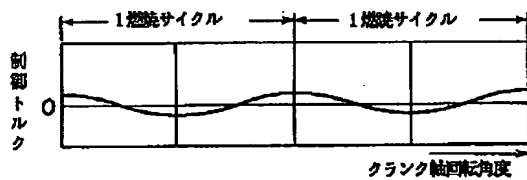
【図19】



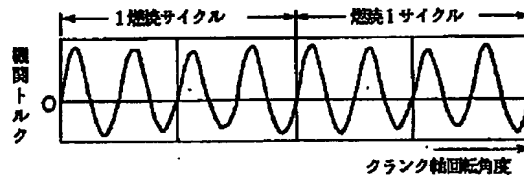
【図21】



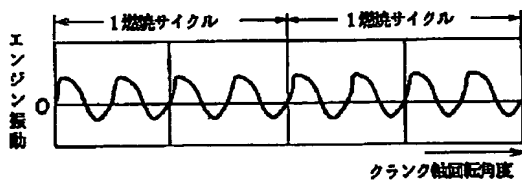
【図22】



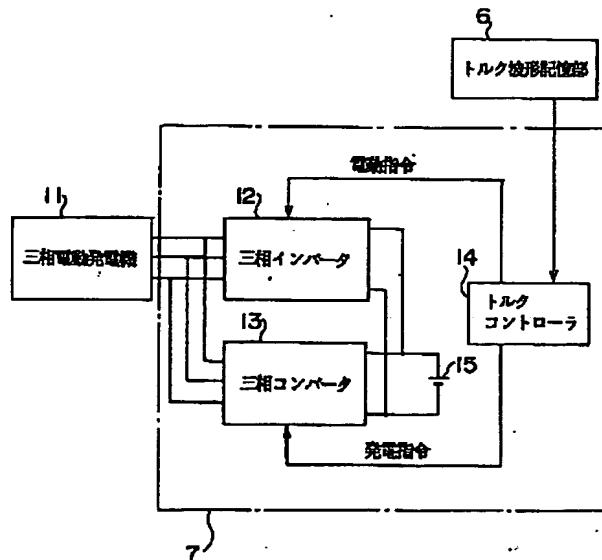
【図23】



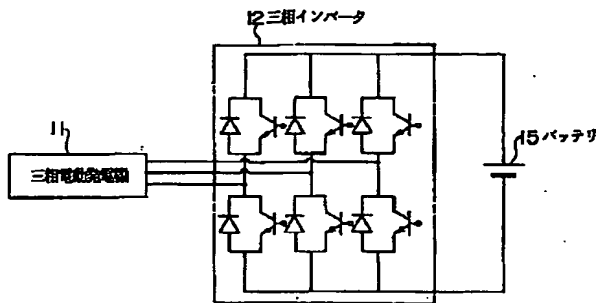
【図24】



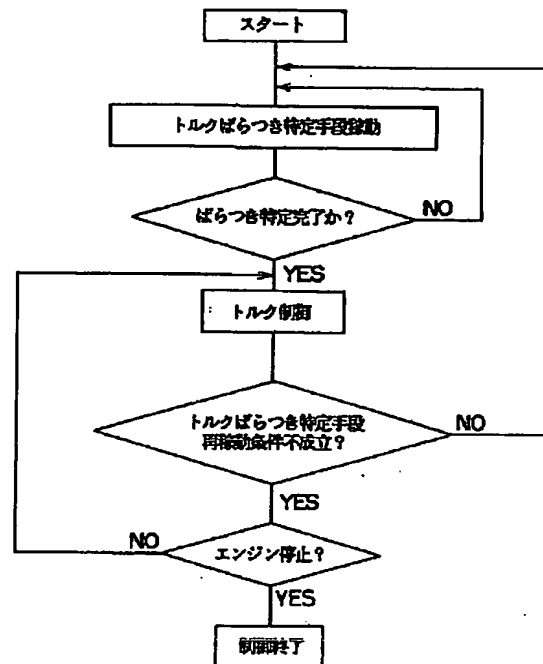
【図25】



【図26】



【図27】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>

F 0 2 D 45/00

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

3 6 8 S 8109-3G

3 7 0 B 8109-3G

3 7 6 H 8109-3G

(72) 発明者 中村 康蔵

茨城県勝田市大字高場2520番地株式会社日立製作所佐和工場内

(72) 発明者 前田 裕司

茨城県勝田市大字高場2520番地株式会社日立製作所佐和工場内

(72) 発明者 中村 憲一

茨城県勝田市大字高場2520番地株式会社日立製作所佐和工場内

(72) 発明者 福島 正夫

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地日産自動車株式会社内

(72) 発明者 村上 景

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地日産自動車株式会社内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☒ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**